Suite à la lecture de la réponse de M. Sébastien GERGADIER, je pense qu'une mise au point s'impose avant d'aborder les conséquences de la compensation excessive d'énergie réactive d'une installation électrique.

Les propos que je vais développer ci-dessous m'ont pas la prétention d'être exhaustifs. J'invite donc les lecteurs de cette note à consulter d'une part leurs professeurs d'électrotechnique et d'autre part de consulter l'abondante littérature qui inonde nos bibliothèques. Je vous conseille la lecture de quelques documents :

- Compensation d'énergie réactive : Mode d'emploi (collection des cahiers de l'ingénierie).
- Bien connaître le facteur de puissance de votre entreprise (EDF).
- Compte rendu de la réunion n°13 : L'énergie réactive et la gestion de l'énergie électrique (CEGIBAT).
- Documentation des constructeurs (Merlin Gerin, Alsthom, etc.)
- Production et distribution d'énergie réactive (Cahiers techniques MERLIN GERIN)
- Le facteur de puissance (cosφ) et son influence sur la sécurité et la rentabilité (Chauvin Arnoux)
- Articles de la presse spécialisé (J3E, journal des électriciens, etc.)
- Norme NFC 54-100 : Condensateurs de puissance.
- … … … …

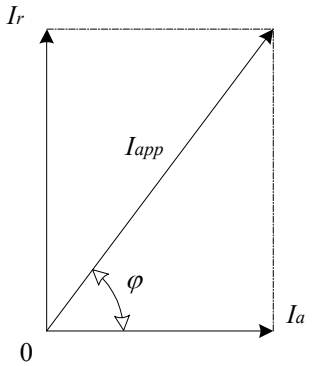
1 Généralités

Une installation électrique traditionnelle alimentée en courant alternatif est composée essentiellement de récepteurs de type inductifs (Transformateurs, Moteurs asynchrones, Tubes fluorescents, etc.).

Tout système électrique utilisant l'énergie électrique de type alternatif met en jeu deux formes d'énergie : l'énergie active et l'énergie réactive. Seule l'énergie active est transformée en énergie mécanique, thermique, lumineuse, etc. L'énergie réactive est inexploitable, mais nécessaire à l'aimantation du fer des circuits magnétiques.

A chacune de ces énergies correspond :

- Un courant actif (Ia) en phase avec la tension (U)
- Un courant réactif (Ir) déphasé de 90° en arrière par rapport au courant actif.



Triangle des intensités

Figure N°1

Comme le montre la figure N°1, les deux courants actif et réactif se composent pour former le courant apparent déphasé d'un angle φ par au courant actif. Ce courant « apparent » est cependant bien réel, puisque c'est celui qui parcourt les divers circuits de l'installation depuis la source jusqu'au récepteur inclus. C'est d'ailleurs ce courant qui provoque l'échauffement des conducteurs, donc les pertes d'énergie par effet joule.

Quel que soit le type de contrat qui vous lie à votre distributeur (EDF ou autres), ce dernier vous fournit les deux énergies dont nous venons de parler. La charge du réseau est imputable à la puissance apparente. Le fournisseur facture à ses abonnés d'une part l'énergie active et d'autre part l'énergie réactive. Au tarif vert, l'énergie réactive est facturée seulement en hiver (5 mois de novembre à mars) et pendant les heures pleines lorsque le cos φ de votre installation est inférieur à : 0,928 (soit tg φ = 0,4).

L'énergie réactive est un mal nécessaire qu'il faut réduire. La facturation de l'énergie réactive à pour but d'inciter les utilisateurs à améliorer le facteur de puissance de l'installation.
L'impact d'un mauvais facteur de puissance sur votre installation et celles du distributeur a pour conséquences :

- Surdimensionnement des câbles d'alimentation (circuits principaux)
- Surdimensionnement des sources (transformateurs)
- Augmentation du calibre des protections.
- Augmentation des chutes de tension
- Facturation supplémentaire (énergie réactive)
- Pertes d'énergie supplémentaires dans les câbles

Vous comprenez bien, que je ne pouvais pas vous laisser dire : « le premier est que vous fournissez de l'énergie réactive au distributeur (EDF, …) qui n'en a pas besoin. »

2 Dispositifs permettant l'amélioration du facteur de puissance

- Moteur synchrone surexcité (Grosses installations)
- Turbine à gaz ou à vapeur attelée à un alternateur couplé en parallèle au réseau et surexcité.
- Batteries de condensateurs statiques.

3 Etude très sommaire d'une batterie de condensateur

L'étude de la compensation d'énergie réactive nécessite la connaissance de nombreux paramètres. L'étude détaillée du dimensionnement d'une batterie de condensateur sort du cadre de cette note, néanmoins voici quelques pistes :

- A partir des factures EDF

$$Q_c = \frac{Energie\ réactive\ consommée(kVArh)}{nombre\ d'heures}$$

- A partir de mesures effectuées sur site

$$Q_c = P \times \left(tg\varphi_1 - tg\varphi_2 \right)$$

3 Conséquences du surdimensionnement des batteries de condensateurs

3.1 Surtensions

Pour faire le bon choix, il est évident qu'il faut aussi connaître aussi pour votre installation son fonctionnement (charge variable ou charge fixe). En connaissance de cause, vous opterez soit pour des batteries fixes, soit des batteries à gradins. Il y a un risque de surtension (la résonance est atteinte à cos φ = 1) lorsque la charge diminue et que la puissance de la batterie de condensateurs reste inchangée.

3.2 Evolution du courant

Je ne suis pas du tout d'accord avec votre analyse lorsque vous dites : « le second effet est que votre courant consommé par l'ensemble va augmenter. » puis ensuite : « Les condensateurs perdent de leur utilité. »

Les figures ci-dessous illustrent le contraire de vos affirmations et se passent de commentaires

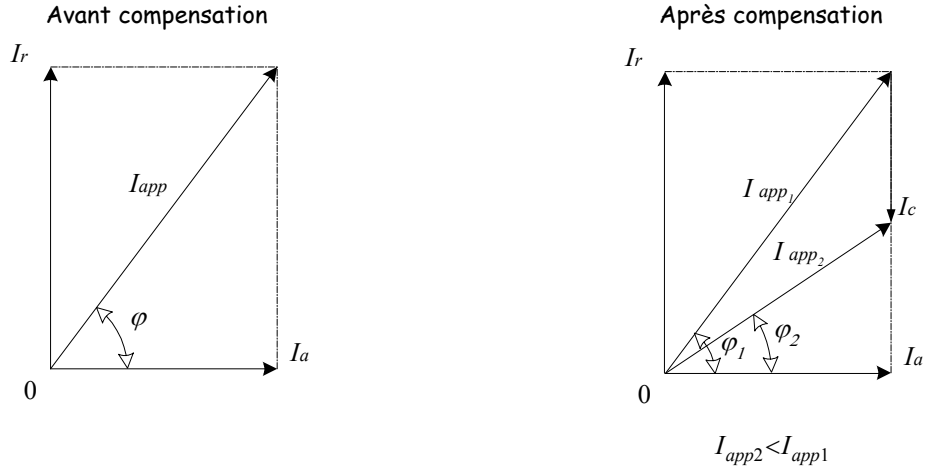


Figure N°2

3.3 Harmoniques

En présence d'harmoniques (mesures effectuées a pleine charge au secondaire du transformateur et sans condensateurs), il est nécessaire d'en tenir compte. Les constructeurs proposent en fonction du rapport Gh/Sn des batteries de condensateur de type standard, H ou SAH.

3.4 Phénomènes d'auto-excitation des moteurs asynchrones (compensation individuelle)

Afin d'éviter de tels phénomènes, il y a lieu de dimensionner les batteries de condensateurs individuelles en respectant les règles suivantes :

3.4.1 P<250kW

$$Q_c = 0{,}9 \times I_0 \times U_n \times \sqrt{3}$$
$$I_0 = 2 \times I_n \times (1 - \cos\varphi)$$

3.4.2 P> 250kW

$$Q_c = 0{,}3 \times P_n$$

3.5 Comportement au retour de la tension

Suite au retour de la tension après une coupure générale d'électricité, il se produit une surintensité qui peut dans certains cas (installations équipée de dispositifs de maintien) provoquer le déclenchement du disjoncteur général.

Conclusion

Il y a effectivement un danger à laisser fonctionner les batteries de condensateurs sur des installations à vide ou à faible charge. Un transformateur qui débite pratiquement du réactif fortement déphasé par rapport à la tension se traduit par des surtensions d'autant plus importes que l'intensité réactive est élevée

par rapport à l'intensité active. Si la puissance en kVAr dépasse de 40% la puissance du transformateur fonctionnant sans charge active notable, on peut avoir des catastrophes. Il est donc nécessaire de prévoir des systèmes de mise en service et d'arrêt des batteries de condensateurs. Ces systèmes peuvent être soit manuels, soit automatiques et plus ou moins sophistiqués.